

02 SEP 2004

10/506355

PCT/JP03/02447

03.03.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 3月 5日

REC'D 25 APR 2003

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-059349

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-059349 ]

出 願 人

Applicant(s):

NTN株式会社

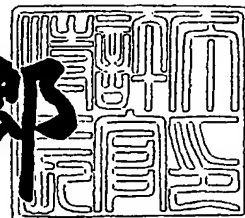
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3024281

【書類名】 特許願

【整理番号】 5655

【提出日】 平成14年 3月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 33/10

【発明の名称】 転がり軸受のエアオイル潤滑構造およびスピンドル装置

【請求項の数】 6

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 エヌティエヌ株式会社内

    【氏名】 小杉 太

【発明者】

    【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 エヌティエヌ株式会社内

    【氏名】 森 正継

【特許出願人】

    【識別番号】 000102692

    【住所又は居所】 大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号

    【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100086793

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 野田 雅士

【選任した代理人】

    【識別番号】 100087941

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 杉本 修司

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 012748

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受のエアオイル潤滑構造およびスピンドル装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、上記ノズル部材に、上記斜面部に対面して開口するエアオイルの吐出口を設け、  
上記内輪の斜面部の軸方向に対する傾斜角度  $\alpha$  を、

$$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$$

ただし、 $d_n$ ：軸受内径寸法 (mm) と回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ ) の積、  
とした転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項 2】 上記斜面部の傾斜角度  $\alpha$  と、上記吐出孔のエアオイルの吐出方向が軸方向に対して成す角度である吐出角度  $\beta$  との関係を、

$$\alpha < 90^\circ - \beta$$

とした請求項 1 に記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項 3】 上記ノズル部材に、上記斜面部に対面して開口するエアオイルの吐出溝を円周方向に延びて設け、上記ノズル部材の吐出孔を、吐出口が上記吐出溝内に開口するものとした請求項 1 または請求項 2 に記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項 4】 上記内輪の斜面部に円周溝を設け、上記ノズル部材の上記吐出口を、上記斜面部における上記円周溝の部分に対面して開口するものとした請求項 1 または請求項 2 に記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項 5】 上記転がり軸受が円筒ころ軸受であって、ころを保持する保持器を有し、上記内輪の斜面部の大径側端の軸方向位置が、上記保持器の上記ノズル部材側の幅面よりも上記転走面側に位置するようにした請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の転がり軸受のエアオイル潤滑構造。

【請求項 6】 工作機械の主軸を支持するスピンドル装置であって、上記主軸をハウジングに対してフロント側およびリア側の転がり軸受によって支持し、上記リア側の転がり軸受を内輪鍔付きの円筒ころ軸受とし、このリア側の転がり軸受に対して、請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の転がり軸受のエアオ

イル潤滑構造を適用し、上記ノズル部材を、転がり軸受のフロント側に配置したスピンドル装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、転がり軸受のエアオイル潤滑構造およびこれを適用したスピンドル装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

工作機械のスピンドル装置は、加工能率を上げるためますます高速化の傾向にある。このため、軸受の潤滑も、搬送エアに潤滑用オイルを混合して、内輪転走面に直接に噴きつけるエアオイル給油が増加しつつある。

このようなエアオイル給油の一例として、本発明者は、転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設けると共に、この斜面部に所定の隙間を持って沿うノズル部材を設け、ノズル部材の前記斜面部に対向するエアオイル吐出口からエアオイルを噴き付けるようにした潤滑構造を試みた。転がり軸受としては、アンギュラ玉軸受等が用いられる。

【0003】

このようなエアオイル潤滑構造によると、搬送エアに混合された潤滑油であるエアオイルが、ノズル部材のエアオイル吐出口から吐出され、内輪の斜面部とノズル部材間の隙間に導入される。この隙間に導入されたエアオイルは、軸受運転時に隙間で生じる負圧吸引作用によって軸受内部へ導かれ、また内輪斜面部に付着した潤滑油の表面張力と、遠心力の斜面部大径側への分力により、軸受内部の転走面あるいは保持器の内径面へ導かれる。

このように、内輪の斜面部にエアオイルを供給し、転動体の転走経路へは直接にエアオイルを噴出させないため、転動体の公転による風切り音の発生がなく、騒音が低下する。また、エアの噴射によるオイル供給ではなく、内輪の斜面部に供給されたエアオイルを内輪の回転で軸受内に導くようにしたため、使用するエアは、内輪の斜面部までオイルを搬送する役目でよく、使用量を減らせる。その

ため、エア量削減による省エネ効果も期待できる。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記提案例では、転がり軸受の内輪斜面部の適切な傾斜角度を具体的に示すには至っていない。このようなエアオイル潤滑構造においては、内輪斜面部の傾斜角度を考慮せずに設計した場合、斜面部に付着したエアオイルが遠心力の作用で斜面部の途中から離れてしまうという問題が生じることが分かった。斜面部の途中から離れる結果、エアオイルが軸受の転動体に効率良く到達せずに潤滑油不足が生じる恐れがある。この場合、エアオイルのエア量・油量を増やせば、潤滑不足を回避できるかも知れないが、油量を増加させると攪拌抵抗の増大や温度上昇が懸念される。このエアオイル潤滑構造とした軸受を、例えばスピンドル装置に適用した場合、軸受の温度上昇が主軸に温度変化を与え、その精度に影響を与えることになる。したがって、できるだけ油量の少ない効率のよい潤滑を行って、必要以上の温度上昇を避ける必要がある。また、エア量の増加は、エネルギー消費を増加させるだけでなく、コンプレッサに負担をかけ、騒音増加にも繋がってしまう。

【 0 0 0 5 】

また、前記エアオイル潤滑構造を、図 1 6 に示すような円筒ころ軸受 4 1 に適用した場合にも、内輪 4 2 の斜面部 4 2 b の傾斜角度が適切でないと、上記と同様な問題が生じる。すなわち、斜面部 4 2 b に噴き付けられてこの斜面部 4 2 b を伝わって転走面 4 2 a 側に近づいて行った潤滑油が、同図に矢印 A で示すように斜面部 4 2 b の大径部まで進んだ後に、遠心力により斜面部 4 2 b から離れてしまい、保持器 4 5 の内径側に入り込めないで保持器幅面に遮られる。そのため軸受 4 1 の内部に到達できず、潤滑不足になる恐れがある。

【 0 0 0 6 】

この発明の目的は、エアオイル潤滑を使用した転がり軸受において、潤滑油を転走面へ効率良く到達させることができ、少量の潤滑油で必要な潤滑が行える潤滑構造を提供することである。

この発明の他の目的は、この転がり軸受のエアオイル潤滑構造の作用が効果的

に得られ、特に、潤滑条件の厳しくなる軸受鋳面ところ端面の潤滑が良好に行えるスピンドル装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明のエアオイル潤滑構造は、転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、上記ノズル部材に、上記斜面部に対面して開口するエアオイルの吐出口を設け、上記内輪の斜面部の軸方向に対する傾斜角度 $\alpha$ を、

$$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$$

ただし、 $d_n$ ：軸受内径寸法（mm）と回転速度（ $\text{min}^{-1}$ ）の積、  
としたものである。

このように、内輪斜面部の傾斜角度 $\alpha$ の必要最小値を定めることで、潤滑油が遠心力により斜面部の途中で離れることなく、内輪転走面まで確実に到達できることが実験により確認された。これにより、必要最小限の潤滑油で効率良く潤滑が行えて、確実な潤滑を行いながら、温度上昇が抑制される。したがって、耐焼き付性が向上し、より一層高速までの使用が可能になる。またエア量についても必要最小限で済んで、エネルギー消費が抑えられると共に、より一層の騒音低減にも繋がる。

【0008】

内輪斜面部の傾斜角度 $\alpha$ の好ましい最大値は、軸受形式によって異なり、内輪鋳付きの円筒ころ軸受では、 $\alpha \leq 35^\circ$  とすることが好ましく、アンギュラ玉軸受では $\alpha \leq 25^\circ$  とすることが好ましい。また、円筒ころ軸受では、傾斜角度 $\alpha$ の最小値を $25^\circ$ 以上とすることがより好ましい。つまり、内輪鋳付きの円筒ころ軸受では、 $\alpha$ の値を $25 \sim 35^\circ$ の範囲に設定することが好ましい。これは、次の理由による。

円筒ころ軸受の場合、傾斜角度 $\alpha$ を $25^\circ$ 以上にすると、ノズル部材の先端を保持器の円環部の直下に設定し易くなる。また、内輪鋳付きの円筒ころ軸受では、鋳付きとするために大きな軸方向荷重を受ける必要があるが、傾斜角度 $\alpha$ が $35^\circ$ を超えると、斜面部を設けた方の内輪端面の径方向幅が狭くなり、この端面

が接する内輪間座やハウジング等との接触面積が小さくなって、大きな軸方向荷重を受けられなくなる。

アンギュラ玉軸受では、傾斜角度 $\alpha$ が $25^\circ$ を超えると、斜面部を設けた方の内輪端面の径方向幅が狭くなり、この端面が接する内輪間座やハウジング等との接触面積が小さくなって、大きな軸方向荷重を受けられなくなる。

#### 【0009】

この発明において、上記斜面部の傾斜角度 $\alpha$ と、上記吐出孔のエアオイルの吐出方向が軸方向に対して成す角度である吐出角度 $\beta$ との関係を、

$$\alpha < 90^\circ - \beta$$

としても良い。

すなわち、斜面部の傾斜角度 $\alpha$ を、エアオイルの吐出方向と斜面部との成す角度が $90^\circ$ よりも大きくなるように設定する。このように傾斜角度 $\alpha$ と吐出角度 $\beta$ との関係を設定することにより、吐出口から噴射されるエアオイルが内輪の斜面部に衝突しても、遠心力を受けて抵抗無く流れることができる。

#### 【0010】

この発明において、上記ノズル部材に、上記斜面部に対面して開口するエアオイルの吐出溝を円周方向に延びて設け、上記ノズル部材の吐出孔を、吐出口が上記吐出溝内に開口するものとしても良い。

このように吐出溝を設けた場合、ノズル部材の吐出孔から吐出されたエアオイルは、円周方向に延びる吐出溝を通して内輪の斜面部とノズル部材間の隙間に導入される。そのため、吐出孔から吐出されたエアオイルは、斜面部とノズル部材間の隙間に比べて広い吐出溝内で周方向に行き渡り、全周に均等化される。したがって、少量の潤滑油でより一層効率の良い確実な潤滑が行える。

#### 【0011】

また、この発明において、上記内輪の斜面部に円周溝を設け、上記ノズル部材の上記吐出口を、上記斜面部における上記円周溝の部分に対面して開口するものとしても良い。

このように内輪に円周溝を設けた場合、エアオイルは、ノズル部材の吐出孔から内輪の円周溝に吐出され、円周溝内から内輪の斜面部とノズル部材間の隙間に



流れる。そのため、吐出孔から吐出されたエアオイルは、斜面部とノズル部材間の隙間に比べて広い円周溝内で周方向に行き渡り、全周に均等化される。したがって、この場合も、少量の潤滑油でより一層効率の良い確実な潤滑が行える。円周溝が設けられていても、軸受運転時に生じる負圧吸引作用や遠心力等により、エアオイルは上記隙間へ円滑に流れ込むことができる。

## 【 0 0 1 2 】

この発明において、上記転がり軸受が円筒ころ軸受である場合に、ころを保持する保持器を有し、上記内輪の斜面部の大径側端の軸方向位置が、上記保持器の上記ノズル部材側の幅面よりも上記転走面側に位置するようにしても良い。なお上記大径側端と内輪転走面との間に円筒面部が介在しても良い。

このように斜面部の大径側端の軸方向位置を設定することにより、内輪斜面部を伝わって転走面側に流れる潤滑油が、保持器の幅面に遮られることなく、軸受内部に円滑に導入される。

## 【 0 0 1 3 】

この発明のスピンドル装置は、工作機械の主軸を支持するスピンドル装置であって、上記主軸をハウジングに対してフロント側およびリア側の転がり軸受によって支持し、上記リア側の転がり軸受を内輪鍔付きの円筒ころ軸受とし、このリア側の転がり軸受に対して、この発明の上記いずれかの転がり軸受のエアオイル潤滑構造を適用し、そのノズル部材を、転がり軸受のフロント側に配置したものである。

スピンドル装置のリア側の軸受に鍔付きの円筒ころ軸受を使用した場合、運転により発熱する軸膨張の影響で、リア側軸受におけるフロント側の鍔面ところ端面の接触部分の面圧が増加することになり、鍔面ところ端面との滑りによる摩耗に対して不利な条件となる。そのため、このリア側の軸受に対して、この発明のエアオイル潤滑構造を適用し、ノズル部材を、転がり軸受のフロント側に配置することにより、リア側軸受は、フロント側の鍔面ところ端面の接触部に潤滑油が優先して供給されることになる。したがって、この発明の転がり軸受のエアオイル潤滑構造の作用により、鍔面ところ端面との潤滑が効果的に行われる。

## 【 0 0 1 4 】

## 【発明の実施の形態】

この発明の第 1 の実施形態を図 1 ～図 5 と共に説明する。転がり軸受 1 は、内輪 2 と外輪 3 の転走面 2 a, 3 a 間に複数の転動体 4 を介在させたものである。内輪 2 と外輪 3 の幅は、互いに同じ幅とされている。転動体 4 は、例えばボールからなり、保持器 5 のポケット内に保持される。この転がり軸受 1 の内輪 2 の外径面に、転走面 2 a に続く斜面部 2 b を設け、この斜面部 2 b に隙間  $\delta$  を持って沿うノズル部材 6 を設ける。斜面部 2 b は、内輪 2 の幅面から転走面 2 a に続いて設け、また内輪 2 の反負荷側（軸受背面側）の外径面に設ける。斜面部 2 b は転走面 2 a に略直接に続いているが、円筒面部が斜面部 2 b と転走面 2 a との間に介在していても良い。転がり軸受 1 がアンギュラ玉軸受である場合、内輪 2 のカウンタボアを設ける部分の外径面が上記斜面部 2 b とされる。

## 【0015】

ノズル部材 6 は、その先端部 6 a a を保持器 5 の内径面と内輪 2 の外径面の間における転動体 4 の近傍に位置させる。ノズル部材 6 は、リング状の部材であって、転がり軸受 1 に軸方向に隣接して設けられ、側面の内径部から軸方向に延びる錨状部 6 a を有している。この錨状部 6 a は、内径面が内輪 2 の斜面部 2 b と同一角度の傾斜面に形成されて、保持器 5 の直下まで延び、その先端がノズル部材 6 の前記先端部 6 a a となる。ノズル部材 6 の錨状部 6 a と内輪 2 の斜面部 2 b との間の隙間  $\delta$  は、内輪 2 と軸との嵌合、および内輪 2 の温度上昇と遠心力による膨張とを考慮し、運転中に接触しない範囲で出来るだけ小さな寸法に設定される。

## 【0016】

ノズル部材 6 は、内輪斜面部 2 b に対面して開口するエアオイルの吐出溝 7 を有し、この吐出溝 7 に吐出口 8 a が開口する吐出孔 8 が設けられている。吐出溝 7 は円周方向に延び、環状に形成されている。吐出孔 8 は、ノズル部材 6 の円周方向の 1 か所または複数箇所に設けられている。吐出孔 8 は、吐出したエアオイルが内輪斜面部 2 b に直接に吹き付け可能なように、吐出口 8 a の吐出方向を斜面部 2 b に向け、かつ斜面部 2 b に対して吐出方向が傾斜角度  $\beta$  を持つように設けられている。吐出溝 7 は、吐出孔 8 から斜面部 2 b への直接の潤滑油吹き付け

を阻害しない断面形状とされている。

#### 【0017】

上記ノズル部材6の吐出孔8から内輪斜面部2bに吹き付けられる潤滑油が、内輪斜面部2bを伝わって効率良く転がり軸受1の内部に供給されるように、内輪斜面部2bの傾斜角度 $\alpha$ の最小値は、次式の値に設定してある。

$$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$$

ただし、 $d_n$ ：軸受内径寸法（mm）と回転速度（ $\text{min}^{-1}$ ）の積、である。

この式によると、転がり軸受1が、軸受内径70mm $\phi$ 、回転速度300000  $\text{min}^{-1}$ のアンギュラ玉軸受の場合には、内輪斜面部2bの傾斜角度 $\alpha$ は、

$$\alpha \geq 12.8^\circ$$

となる。

#### 【0018】

内輪斜面部2bの傾斜角度 $\alpha$ の最大値は、アンギュラ玉軸受では $\alpha \leq 25^\circ$ とすることが好ましい。アンギュラ玉軸受の場合、傾斜角度 $\alpha$ が $25^\circ$ を超えると、斜面部2bを設けた方の内輪端面の径方向幅が狭くなり、この端面が接する内輪間座11あるいはハウジング等との接触面積が小さくなって、大きな軸方向荷重を受けられなくなるからである。

内輪斜面部の傾斜角度 $\alpha$ の好ましい最大値は、軸受形式によって異なり、内輪鍔付きの円筒ころ軸受では、 $\alpha \leq 35^\circ$ とすることが好ましい。また、内輪鍔付きの円筒ころ軸受では、傾斜角度 $\alpha$ の最小値を $25^\circ$ 以上とすることがより好ましい。つまり、内輪鍔付きの円筒ころ軸受では、 $\alpha$ の値を $25 \sim 35^\circ$ の範囲に設定することが好ましい。これは、次の理由による。

円筒ころ軸受の場合、傾斜角度 $\alpha$ を $25^\circ$ 以上にすると、ノズル部材の先端を保持器の円環部の直下に設定し易くなる。また、内輪鍔付きの円筒ころ軸受では、傾斜角度 $\alpha$ が $35^\circ$ を超えると、斜面部を設けた方の内輪端面の径方向幅が狭くなり、この端面が接する内輪間座やハウジング等との接触面積が小さくなって、大きな軸方向荷重を受けられなくなる。

後に示す内輪鍔付きの各円筒ころ軸受の場合は、いずれも傾斜角度 $\alpha$ を $25 \sim$

35° の範囲に設定している。

#### 【0019】

内輪斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  と、吐出口 8 a からのエアオイルの吐出方向が軸方向に対してなす角度である吐出角度  $\beta$  との関係は、図 1 (B) のように、

$$\alpha < 90^\circ - \beta$$

となるように設定してある。すなわち斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  を、エアオイルの吐出方向と斜面部との成す角度が 90° よりも大きくなるように設定している。

#### 【0020】

なお、内輪斜面部 2 b に吹き付けられる潤滑油が、その斜面部 2 b を伝わって効率良く転がり軸受 1 の内部に供給されるためには、内輪斜面部 2 b の表面粗さを研磨やラップ仕上げ等により小さくすることが好ましい。この例では、その表面粗さは Ra 1.0 以下とされている。

吐出孔 8 における吐出孔 8 a の開口直径 d は 0.8 ~ 1.2 mm  $\phi$  程度とされ、吐出孔近傍部 8 b の孔長さ L は、エアオイルの噴射速度を低下させないように、上記開口直径 d の 2 倍以上に設定されている。

#### 【0021】

ノズル部材 6 は、軸受 1 の外輪 3 を取付けたハウジング 9 に取付けられる。ノズル部材 6 のハウジング 9 への取付けは、外輪間座 10 を介して行っても、直接に行っても良い。図 1 の例は、外輪間座 10 を介して取付けた例であり、外輪間座 10 の一側面の内径部に形成した環状の切欠凹部 10 a に、ノズル部材 6 を嵌合状態に設けてある。ノズル部材 6 の軸受外の部分の内径面は、内輪間座 11 に対して接触しない程度に接近している。

ノズル部材 6 における吐出孔 8 の入口部の周囲には、円周溝を設けて Oリング等のシール部材 36 を設け、外輪間座 10 とノズル部材 6 とをボルト等の締め付け具（図示せず）で締め付け固定することにより、エアオイル供給路 13 と吐出孔 8 との連通部からエアオイルが漏れることを防止している。

#### 【0022】

ノズル部材 6 の吐出孔 8 は、その吐出孔 8 a の近傍部 8 b が一般部よりも小径

の絞り孔に形成されている。吐出孔 8 の入口は、ハウジング 9 からノズル部材 6 にわたって設けられたエアオイル供給路 1 3 に連通している。エアオイル供給路 1 3 は、ハウジング 9 にエアオイル供給口 1 3 a を有し、ハウジング 9 の内面にハウジング部出口 1 3 b を有している。ハウジング部出口 1 3 b は、外輪間座 1 0 の外径面に設けられた環状の連通溝 1 3 c に連通し、連通溝 1 3 c から、径方向に貫通した個別経路 1 3 d を介して、ノズル部材 6 の各吐出孔 8 に連通している。エアオイル供給口 1 3 a は、圧縮した搬送エアに潤滑油を混合させたエアオイルの供給源（図示せず）に接続されている。

#### 【 0 0 2 3 】

上記構成のエアオイル潤滑構造の作用を説明する。図 1 のエアオイル供給口 1 3 a より供給されたエアオイルは、ノズル部材 6 の吐出孔 8 を経て内輪 2 の斜面部 2 b に噴射される。斜面部 2 b に噴射されたエアオイルは、次の形態で軸受 1 の潤滑に寄与する。

①内輪斜面部 2 b とノズル部材 6 間の隙間を経て、吹き付け力によって直接に軸受 1 の内部に流入する。

②内輪斜面部 2 b に付着した潤滑油は、その表面張力と遠心力によって生じる斜面大径側への分力により、軸受 1 の内部へ流入する。

③円周溝状の吐出溝 7 に滞留するエアオイルは、内輪斜面部 2 b とノズル部材 6 間の隙間で生じる負圧吸引作用により軸受内部側へ流れ、ノズル部材 6 の先端部 6 a から遠心力により転動体 4 または保持器 7 の内径面に付着し、軸受各部の潤滑油として寄与する。

#### 【 0 0 2 4 】

このように、内輪 2 の斜面部 2 b にエアオイルを供給し、転動体 4 の転走経路へは直接にエアオイルを噴出させないため、転動体 4 の公転による風切り音の発生がなく、騒音が低下する。また、エアの噴射によるオイル供給ではなく、内輪 2 の斜面部 2 b に供給されたエアオイルを内輪 2 の回転で軸受 1 内に導くようにしたため、使用するエアは、内輪斜面部 2 b まで潤滑油を搬送する役目で良く、使用量を減らせる。そのためエア量削減による省エネ効果も期待できる。

また、この実施形態の場合、エアオイルを内輪斜面部 2 b に直接に吹き付ける

ため、斜面部 2 b にオイルが付着し易く、また吹き付け力によってもエアオイルが軸受内部へ流入する。吐出孔 8 の吐出方向の傾斜角度  $\beta$  は、吐出孔 8 から噴射されたエアが直接に内輪斜面部 2 b に吹き付けられ、かつ噴射流による転動体 4 の風切り音への影響が大きくなる範囲で決定する。この構造とすることにより、エアオイルは軸受内部へ流入し易くなり、内輪 2 と転動体 4 との接触部への潤滑油供給が良好となる。また吐出孔 8 の出口部 8 a が細径であるため、流速が増し、吐出エア温度が下がる。この低温エアが近距離より内輪 2 に吹き付けられるため、内輪温度の低減が期待できる。

#### 【 0 0 2 5 】

特に、このエアオイル潤滑構造では、斜面部 2 b の軸方向に対する傾斜角度  $\alpha$  の範囲を上記のように設定したため、次の効果が得られる。傾斜角度  $\alpha$  の最小値については、後述のように実験により効果が確認された。すなわち、

$$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$$

となるように傾斜角度  $\alpha$  の必要最小値を定めたため、潤滑油が遠心力により斜面部 2 b の途中で離れることなく、内輪転走面まで確実に到達できる。これにより、必要最小限の潤滑油で効率良く潤滑が行えて、確実な潤滑を行いながら、温度上昇が抑制される。したがって、耐焼き付性が向上し、より一層高速までの使用が可能になる。またエア量についても必要最小限で済んで、エネルギー消費が抑えられると共に、より一層の騒音低減にも繋がる。

斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  と吐出角度  $\beta$  との関係は、エアオイルの吐出方向と傾斜面との成す角度が  $90^\circ$  よりも大きくなるように設定したため、つまり

$$\alpha < 90^\circ - \beta$$

と設定したため、吐出口 8 a から噴射されるエアオイルが内輪 2 の斜面部 2 b に衝突しても、遠心力を受けて抵抗無く流れることができる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 は、この実施形態のエアオイル潤滑構造における内輪斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  の適正值についての確認試験例を示す。この確認試験では、試験設備として、図 2 (A) のように前記内輪斜面部 2 b に代わるものとして、外径面に斜面部 3 2 b を有する試験軸 3 2 を用い、この斜面部 3 2 b に隙間  $\delta$  を持って沿うよう

に実施形態の場合と同等のノズル部材 6 を設ける。また、前記試験軸 3 2 の斜面部 3 2 b の外径側のハウジング 3 9 には、前記斜面部 3 2 b に対向する円形開口 3 3 を設け、裏面に油付着確認紙 3 4 を貼り付けたアクリル板 3 5 を前記円形開口 3 3 の口縁段部 3 3 a に配置する。

## 【 0 0 2 7 】

この確認試験では、前記試験設備の試験軸 3 2 を回転させながら、ノズル部材 6 の吐出口 8 a からエアオイルを噴射させて、前記油付着確認紙 3 4 に付着した油の飛散分布状態から、斜面部 3 2 b に付着した油の付着流れの有無を判断し、それによって傾斜角度  $\alpha$  の適否を行う。図 2 (B) は、この確認試験において前記油付着確認紙 3 4 に付着した飛散油の分布の一例を示す。すなわち、この確認試験では、前記油付着確認紙 3 4 において、試験軸斜面部 3 2 b の最大径位置 X を境にして、油の飛散が紙面右側（大径側）に集中しておれば、付着流れあり、紙面左側あるいは全体に飛散があった場合には付着流れなしと判断する。

この確認試験において設定した各条件を、表 1 に示す。また、この確認試験の結果を図 3 ～図 5 のグラフに示す。

## 【 0 0 2 8 】

【表 1】

項目	d (内径) =100mm	d (内径) =80mm
1. ノズル径	$\phi 1.2$	$\phi 0.8$
2. 斜面角度 $\alpha$	2～16°	10, 12, 14°
3. 斜面すきま $\delta$	0.16～1.0mm	0.1～0.3mm
4. エアオイル エア量 (NL/min) オイル量 (mL/給油間隔)	20 0.01mL/5min	10～20 0.01mL/5min
5. 油動粘度(mm/s <sup>2</sup> )	10, 32, 68	32
6. 回転速度 min <sup>-1</sup>	max 21000	max 30000

## 【 0 0 2 9 】

この試験結果から、内輪斜面部 2 b とノズル部材 6 との隙間  $\delta$  や、油動粘度が付着流れに及ぼす影響は小さいといえる。また、ノズル部材 6 の吐出口 8 a から吐出された油が遠心力により内輪斜面部 2 b を離れることなく転走面 2 a まで伝わって行くために必要な斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  は、先述したように、

$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$  となる。

ただし、 $d_n$  は、軸受内径寸法 (mm) と回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ ) の積である。

このように内輪斜面部 2 b の傾斜角度  $\alpha$  を設定したこの実施形態では、ノズル部材 6 の吐出口 8 a から吐出された油が遠心力により内輪斜面部 2 b を離れることなく転走面 2 a まで伝わって行くので、潤滑油を転がり軸受 1 の内輪 2 の転走面 2 a へ効率良く到達させることができる。

#### 【0030】

図 6 は、この発明の他の実施形態（第 2 の実施形態）を示す。この実施形態は図 1 に示す第 1 の実施形態において、転がり軸受 1 を円筒ころ軸受 1 A に代えたものである。円筒ころ軸受 1 A は、外輪 3 A が両鍔付きで、内輪 2 A が鍔無しのものでされ、内外輪 2 A、3 A の転走面 2 a、3 a 間に、円筒ころからなる複数の転動体 4 A が介在している。各転動体 4 A は、保持器 5 A に保持されている。保持器 5 A は、円筒部材の軸方向の中間にポケットを形成した形式、いわゆる駕籠形または梯子形と呼ばれる形式のものである。内輪 2 A の外径面における転走面 2 a の両側部分は、転走面 2 a に続く斜面部 2 b、2 c とされている。ノズル部材 6 は、図 1 の例と同じ構成の吐出孔 8 および吐出溝 7 を有しており、吐出孔 8 の吐出溝 7 に開口する吐出出口 8 a は、吐出したエアオイルが内輪斜面部 2 b に直接に吹き付け可能なように吐出方向が斜面部 2 b に向けられ、かつ斜面部 2 b に対して吐出方向が傾斜角度  $\beta$ （図 1）を持つようになされている。

#### 【0031】

内輪 2 A の転走面 2 a の両側における斜面部 2 b、2 c は、内輪鍔無し型の一般の円筒ころ軸受において内輪外径面に設けられるテーパ面と同じである。このテーパ面を、エアオイル供給のための斜面部 2 b に利用している。そのため、エアオイル供給のために斜面部を特に形成する必要がない。

#### 【0032】

この実施形態では、内輪 2 A の斜面部 2 b の転走面 2 a 寄りの大径部は、保持器 5 A のノズル側幅面よりも転走面 2 a 寄りに位置させてある。これにより、内輪斜面部 2 b を伝わって転走面 2 a 側に流れる潤滑油を、保持器 5 A の幅面に遮られることなく、軸受 1 A の内部に円滑に導入することができる。この実施形態



におけるその他の構成、効果は、図 1 に示す第 1 の実施形態と同じである。傾斜角度  $\alpha$  の範囲についても、第 1 の実施形態と同じである。以下の各実施形態においても、傾斜角度  $\alpha$  の範囲は第 1 の実施形態と同じである。

### 【 0 0 3 3 】

図 7 (A) は、この発明のさらに他の実施形態（第 3 の実施形態）を示す。この実施形態も、図 1 に示す第 1 の実施形態において、転がり軸受 1 を円筒ころ軸受 1 A に代えたものである。円筒ころ軸受 1 A は、外輪 3 A が鍔無しで、内輪 2 A が鍔付きのものとされ、内外輪 2 A, 3 A の転走面 2 a, 3 a 間に、円筒ころからなる複数の転動体 4 A が介在している。各転動体 4 A は、保持器 5 A に保持されている。内輪 2 A の外径面における転走面 2 a の両側部分、つまり鍔の外径面は、転走面 2 a に続く斜面部 2 b, 2 c とされている。同図の斜面部 2 b, 2 c は、転走面 2 a に円筒面部および鍔部内面を介して続いているが、円筒面部を無くして斜面部 2 b, 2 c から転走面 2 a の両側における鍔部内面に直接に続くようにしても良い。ノズル部材 6 は、図 1 の例と同じ構成の吐出孔 8 および吐出溝 7 を有しており、吐出孔 8 の吐出溝 7 に開口する吐出口 8 a は、吐出したエアオイルが内輪斜面部 2 b に直接に吹き付け可能なように吐出方向が斜面部 2 b に向けられ、かつ斜面部 2 b に対して吐出方向が傾斜角度  $\beta$  (図 1) を持つようになされている。外輪間座 1 0 に設けられるエアオイル供給路 1 3 d は軸方向に延びているが、最終的にはハウジング 9 (図 1) のエアオイル供給口 1 3 a に連通している。内輪 2 A の斜面部 2 b の転走面 2 a 寄りの大径部を、保持器 5 A のノズル側幅面よりも転走面 2 a 寄りに位置させてあることは、図 6 の実施形態の場合と同様である。

図 7 (A) の実施形態において、ノズル部材 6 の先端を、図 7 (B) のように保持器 5 A の内径側にもぐり込ませても良い。このように、保持器 5 A の内径側にもぐり込ませると、内輪斜面部 2 b に沿って転走面 2 a 側へ流れる循環油が、遠心力でノズル部材 6 の先端で内輪斜面部 2 b から離れて外径側へ流れても、保持器 5 A の内径で受けられ、潤滑に寄与することができる。

### 【 0 0 3 4 】

図 8 および図 9 は、それぞれこの発明のさらに他の実施形態（第 4 の実施形態

および第 5 の実施形態) を示す。これらの実施形態は、図 6 に示す第 2 の実施形態において、円筒ころ軸受 1 A の保持器 5 A を、櫛型の保持器 5 B に代えたものである。図 6 の例の保持器 5 A はかご型であり、円筒ころからなる転動体 4 A を包み込むポケット形状としているが、櫛型の保持器 5 B は、円筒ころからなる転動体 4 A の 3 方向を囲み、一方向は開放されるポケット形状となっている。そのために、櫛型の保持器 5 B の円環部の側面に接するドーナツ型の案内用側板 1 9 は、内輪 2 A および外輪 3 A のうちの鍔付き側の部材に対して、ノズル部材 6 と反対側の鍔部において固定されている。具体的には、鍔部先端の軸受幅方向の外側部分に全周にわたる切欠部を設け、その切欠部に案内用側板 1 9 の一部を嵌合させて、その鍔部に隣接する間座と鍔部とで挟み込む状態に案内用側板 1 9 を固定している。

#### 【 0 0 3 5 】

図 8 の例は、図 6 の例とは逆に内輪 2 A を両鍔付きとして外輪 3 A を鍔無しとしてあり、図 9 の例は図 6 の例と同様に内輪 2 A を鍔無しとして外輪 3 A を両鍔付きとしてある。

なお、図 8 および図 9 の実施形態において、外輪間座 1 0 に設けられるエアオイル供給路 1 3 c, 1 3 d は、図 1 の実施形態と同様に、ノズル部材 6 の軸方向の横側に配置している。ノズル部材 6 の吐出孔 8 は、入口部だけを軸方向と平行に設け、吐出孔 8 の残り部分を斜面部 2 b に向くように傾斜させてある。

これら第 4, 第 5 の実施形態におけるその他の構成は、図 1 に示す第 1 の実施形態と同じである。

#### 【 0 0 3 6 】

図 1 0 は、この発明のさらに他の実施形態 (第 6 の実施形態) にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を示す。この例では、ノズル部材 6 A に設けられた吐出孔 8 が、吐出溝 7 内に軸方向に平行にエアオイルを噴き出すように設けられている。吐出溝 7 は、吐出孔 8 に対面する溝内側面が、噴き出されたエアオイルを内輪斜面部 2 b 側へ案内できる傾斜面に形成されている。ノズル部材 6 A は、ハウジング 9 の内径面に直接に取り付けられ、外輪間座を兼用する。ノズル部材 6 A は、ハウジング 9 に直接に取り付ける代わりに、図 1 の例の外輪間座 1 0 に設けた

切欠凹部 10a に嵌合させて取付けるものとしても良い。この実施形態におけるその他の構成は、特に説明した事項を除き、図 1 の例と同じである。この実施形態における構成のノズル部材 6A を設ける場合も、図 6 の例と同様に、軸受 1 が円筒ころ軸受であっても良い。

#### 【0037】

図 11 は、この発明のさらに他の実施形態（第 7 の実施形態）にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を示す。この実施形態は、図 1 に示す第 1 の実施形態において、ノズル部材 6 における吐出溝 7 を省略したものである。この実施形態におけるその他の構成は、図 1 の例と同じである。

#### 【0038】

図 12 は、この発明のさらに他の実施形態（第 8 の実施形態）にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を示す。この実施形態は、図 1 に示す第 1 の実施形態において、ノズル部材 6 における吐出溝 7 を省略し、代わりに内輪 2 の斜面部 2b 側に円周溝 17 が設けられている。円周溝 17 は円周方向に延びて環状に形成されており、断面が V 字状に形成されている。ノズル部材 6 には、内輪斜面部 2b の円周溝 17 に対面して吐出口 8a が開口する吐出孔 8 が設けられている。吐出孔 8 は、ノズル部材 6 の円周方向の 1 か所または複数箇所に設けられている。吐出孔 8 は、吐出したエアオイルが内輪斜面部 2b の円周溝 17 に直接に吹き付け可能なように、吐出口 8a の吐出方向を円周溝 17 に向け、かつ斜面部 2b に対して吐出方向が傾斜角度  $\beta$  をなすように設けられている。断面 V 字状の円周溝 17 の転走面 2a 寄りの側壁斜面 17a の軸心に対する傾斜角度は、内輪 2 の斜面部 2b の傾斜角度  $\alpha$  よりも大きくなる。この実施形態におけるその他の構成は、図 1 の例と同じである。

#### 【0039】

上記構成のエアオイル潤滑構造の作用を説明する。図 12 のエアオイル供給口 13a より供給されたエアオイルは、ノズル部材 6 の吐出孔 8 を経て内輪斜面部 2b の円周溝 17 の側壁斜面 17a に噴射される。

側壁斜面 17a の傾斜角度は、内輪の斜面部 2b よりも大きくなるため、側壁斜面 17a に付着した油は、遠心力の作用により、確実に内輪斜面部 2b に導か

れ、軸受内に潤滑油として流入する。また、供給エア量が少量となって円周上で流れが不均一になった場合においても、内輪斜面部 2 b とノズル部材 6 との隙間  $\delta$  で生じる負圧吸引力のために、潤滑油が軸受側に流れ、転動体 4 または保持器 5 の内径面に付着し、軸受の潤滑油として機能することができる。このため、少量エアにおける油の滞留が防止され、油の滞留による軸受温度の変動を防止することができる。

#### 【0040】

このように、内輪斜面部 2 b の円周溝 1 7 にエアオイルを供給し、転動体 4 の転走路へは直接にエアオイルを噴出させないため、転動体 4 の公転による風切り音の発生がなく、騒音が低下する。また、エアの噴射によるオイル供給ではなく、内輪斜面部 2 b の円周溝 1 7 に供給されたエアオイルを内輪 2 の回転で軸受 1 内に導くようにしたため、使用するエアは、内輪 2 の円周溝 1 7 までオイルを搬送する役目で良く、使用量を減らせる。そのためエア量削減による省エネ効果も期待できる。また、吐出孔 8 の出口部 8 a が細径である場合、流速が増し、吐出エア温度が下がる。この低温エアが近距離より内輪 2 に吹き付けられるため、より一層の内輪温度の低減が期待できる。

この実施形態の場合、このように、エア量を減じた場合においても少量エアにおける油の滞留による軸受温度の変動を防止できて、騒音の低減効果と共に、エアオイル量のさらなる削減効果が期待できる。

#### 【0041】

図 1 3 (A) は、この発明のさらに他の実施形態（第 9 の実施形態）にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を示す。この実施形態は、図 1 2 に示す第 8 の実施形態において、転がり軸受 1 を円筒ころ軸受 1 A に変えたものである。円筒ころ軸受 1 A は、外輪 3 A が錐無しで、内輪 2 A が両錐付きのものとされ、内外輪 2 A, 3 A の転走面 2 a, 3 a 間に、円筒ころからなる複数の転動体 4 A が介在している。外輪間座 1 0 に設けられるエアオイル供給路 1 3 d は軸方向に延びているが、最終的にはハウジング 9 (図 1 2) のエアオイル供給口 1 3 a に連通している。

この実施形態においても、同図 (B) に示すように、ノズル部材 6 の先端を保

持器 5 A の内径側へもぐり込ませても良い。

【 0 0 4 2 】

図 1 4 は、この発明の一実施形態にかかるスピンドル装置の一例を示す。このスピンドル装置は、例えば図 1 や図 7 に示す実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造を応用したものである。このスピンドル装置は、工作機械に応用されるものであり、主軸 1 5 の先端に工具またはワークのチャックが取付けられる。主軸 1 5 を支持する複数の転がり軸受は、主軸先端寄りの固定側であるフロント側の軸受 1 と、運転での発熱による主軸 1 5 の熱膨張を逃す自由側である主軸後端寄りのリア側の軸受 1 A とに分けられている。これらの転がり軸受 1, 1 A に、図 1 および図 7 の実施形態のエアオイル潤滑構造がそれぞれ採用されている。ここでは、フロント側の軸受 1 として図 1 の例のアンギュラ玉軸受が複数用いられ、リア側の軸受 1 A として図 7 の例の円筒ころ軸受が 1 つ用いられている。リア側の軸受 1 A は、図 1 3 に示す軸受であっても良い。フロント側の各転がり軸受 1 には、ハウジング 9 からノズル部材 6 にわたって設けられたエアオイル供給路 1 3 から、ノズル部材 6 の吐出孔 8 を経て、転がり軸受 1 の内輪斜面部 2 b にエアオイルが吹き付けられる。リア側の転がり軸受 1 A にも、ハウジング 9 からノズル部材 6 にわたって設けられたエアオイル供給路 1 3 から、ノズル部材 6 の吐出孔 8 を経て、転がり軸受 1 A の内輪斜面部 2 b にエアオイルが吹き付けられる。リア側の転がり軸受 1 A は、内輪 2 A が両鍔付きの円筒ころ軸受であり、ノズル部材 6 がフロント側に隣接して配置され、フロント側に向く内輪 2 A の斜面部 2 b にエアオイルが吹き付けられる。

【 0 0 4 3 】

このような構造のスピンドル装置では、リア側の軸受 1 A として円筒ころ軸受を用いているので、運転での発熱による主軸 1 5 の熱膨張の影響で、図 1 5 に拡大して示すように、リア側転がり軸受 1 の内輪 2 におけるフロント側寄りの鍔が円筒ころ 4 A の端面を押し付ける方向にスラスト力が作用する。つまり、リア側の転がり軸受 1 A における内輪 2 A のフロント側鍔面と円筒ころ 4 A の端面との接触部分の接触面圧が増加することになる。これに対して、リア側の転がり軸受 1 A における内輪 2 A のリア側鍔面と円筒ころ 4 A の端面との間には軸膨張によ

るスラスト力作用の影響は無い。その結果、リア側の転がり軸受 1 A における内輪 2 A のフロント側鍔面と円筒ころ 4 A の端面との接触部は、同じ内輪 2 A のリア側鍔面に比べて、運転時の滑り摩擦に対して不利な条件となり、その鍔面と円筒ころ 4 A の端面との接触部が十分潤滑されないと、異常発熱が生じたり、接触部が摩耗して摩耗粉が軸受内部に入り込む恐れもある。

#### 【 0 0 4 4 】

しかし、この実施形態のスピンデル装置によると、リア側の軸受 1 A における内輪 2 A のフロント側斜面部 2 b に、ノズル部材 6 の吐出孔 8 からエアオイルが吹き付けられるので、その軸受 1 A における内輪 2 A のフロント側鍔面と円筒ころ 4 A の端面との接触部に、潤滑油を優先して供給することができ、上記した不具合を回避できる。

#### 【 0 0 4 5 】

またリア側軸受 1 A に対してフロント側から潤滑を行うことは、主軸 1 5 と、フロント側の軸受 1 と、リア側の軸受 1 A と、ハウジング 9 とで囲まれた空間 3 0 の内部からエアオイルを供給することであり、しかも一般にエアオイル潤滑におけるエア供給量は  $10 \sim 40 \text{ NL/min}$  程度であるため、前記空間 3 0 内の圧力はその外側の圧力に比較して高くなる。その結果、軸受 1, 1 A を含む前記空間 3 0 内には外部からクーラント等が浸入し難くなり、軸受 1, 1 A の内部への異物の侵入を回避することもできる。

#### 【 0 0 4 6 】

##### 【発明の効果】

この発明の転がり軸受のエアオイル潤滑構造は、転がり軸受の内輪の外径面に、この内輪の転走面に続く斜面部を設け、この斜面部に隙間を持って沿うノズル部材を設け、上記ノズル部材に、上記斜面部に対面して開口するエアオイルの吐出口を設け、上記内輪の斜面部の軸方向に対する傾斜角度  $\alpha$  の最小値を上記の所定の値に設定したため、潤滑油を転走面へ効率良く到達させることができ、少量の潤滑油で必要な潤滑を行うことができる。

上記斜面部の傾斜角度  $\alpha$  と、吐出孔の吐出角度  $\beta$  との関係を、 $\alpha < 90^\circ - \beta$  とした場合は、吐出口から噴射されるエアオイルが内輪斜面部に衝突しても、遠

心力を受けて抵抗無く流れることができる。

この発明のスピンドル装置は、工作機械の主軸を支持するスピンドル装置であって、上記主軸をハウジングに対してフロント側およびリア側の転がり軸受によって支持し、上記リア側の転がり軸受を円筒ころ軸受とし、このリア側の転がり軸受に対して、この発明の転がり軸受のエアオイル潤滑構造を適用し、上記ノズル部材を、転がり軸受のフロント側に配置したため、この発明のエアオイル潤滑構造の作用が効果的に得られ、運転に伴い潤滑条件の厳しくなるリア側軸受における軸受鍔面ところ端面の滑り接触の潤滑が良好に行える。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

(A) はこの発明の第 1 の実施形態にかかる転がり軸受のエアオイル潤滑構造の断面図、(B) はその部分拡大図である。

【図 2】

同エアオイル潤滑構造における内輪斜面部の最適傾斜角度を得る確認試験のための試験設備を示す断面図、(B) はその確認試験における油付着確認紙の平面図である。

【図 3】

同確認試験による第 1 の結果を示すグラフである。

【図 4】

同確認試験による第 2 の結果を示すグラフである。

【図 5】

同確認試験による第 3 の結果を示すグラフである。

【図 6】

この発明の第 2 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図 7】

(A) , (B) はそれぞれこの発明の第 3 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図、およびその変形例の断面図である。

【図 8】

この発明の第 4 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図 9】

この発明の第 5 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図 1 0】

この発明の第 6 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図 1 1】

この発明の第 7 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図である。

【図 1 2】

(A) はこの発明の第 8 の実施形態にかかるエアオイル潤滑構造の断面図、  
B) はその部分拡大図である。

【図 1 3】

(A) , (B) はそれぞれこの発明の第 9 の実施形態にかかるエアオイル潤滑  
構造の断面図、およびその変形例の断面図である。

【図 1 4】

この発明の一実施形態にかかるスピンドル装置を示す断面図である。

【図 1 5】

同スピンドル装置における円筒ころ軸受の部分拡大図である。

【図 1 6】

従来例の断面図である。

【符号の説明】

- 1, 1 A … 転がり軸受
- 2, 2 A … 内輪
- 2 a … 転走面
- 2 b … 斜面部
- 4, 4 A … 転動体
- 5, 5 A, 5 B … 保持器
- 6, 6 A … ノズル部材
- 7 … 吐出溝
- 8 … 吐出孔
- 8 a … 吐出口



9 …ハウジング

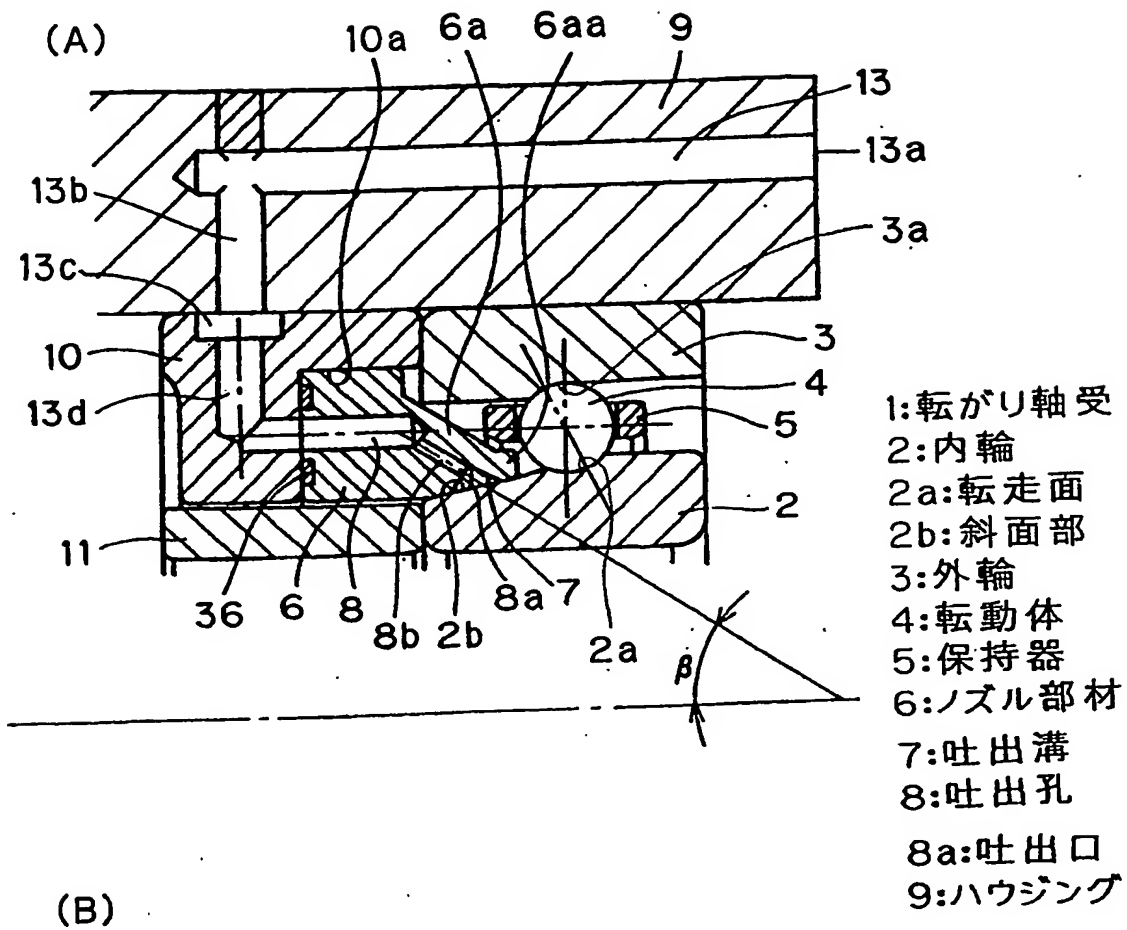
1 5 …主軸

1 7 …円周溝

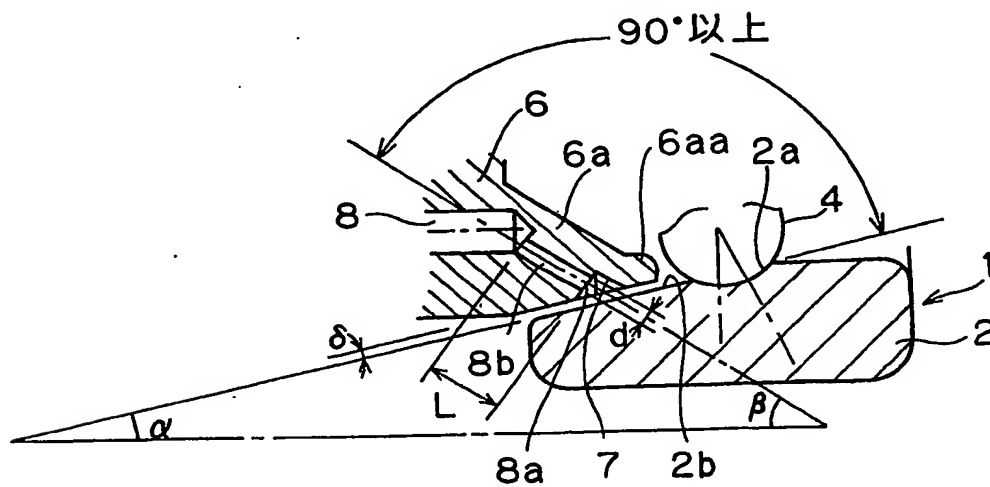
【書類名】

図面

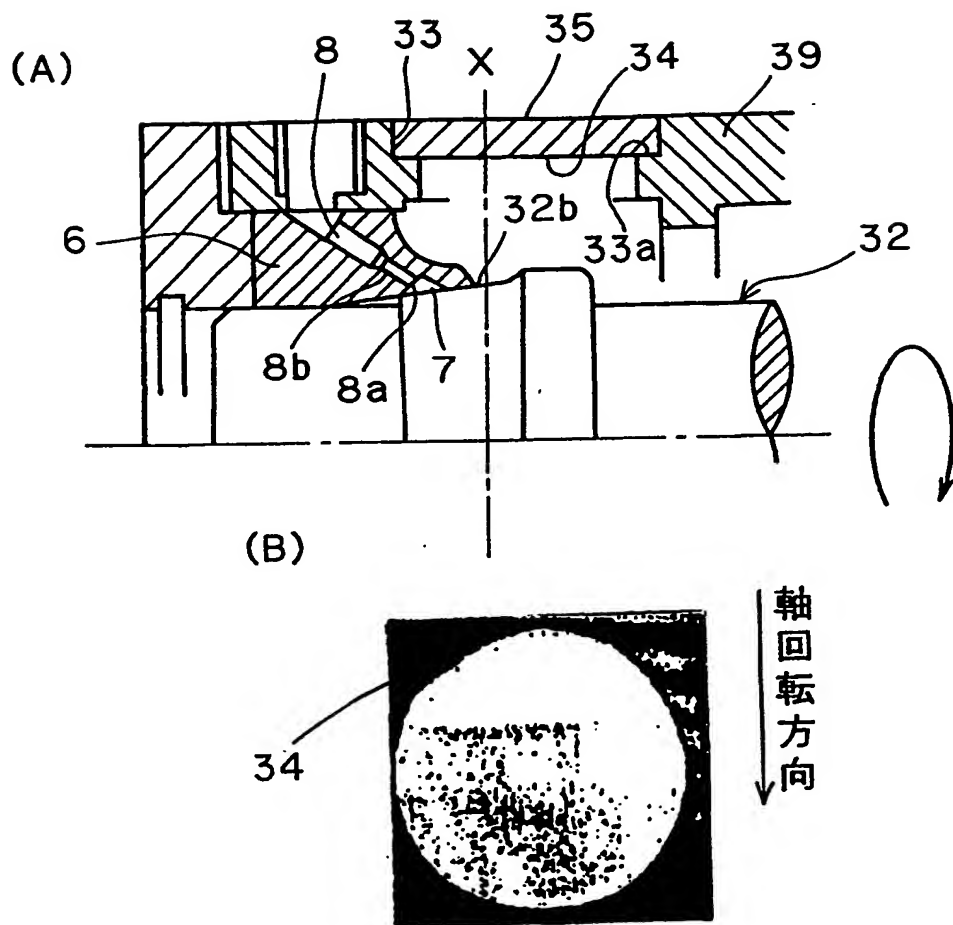
【図1】



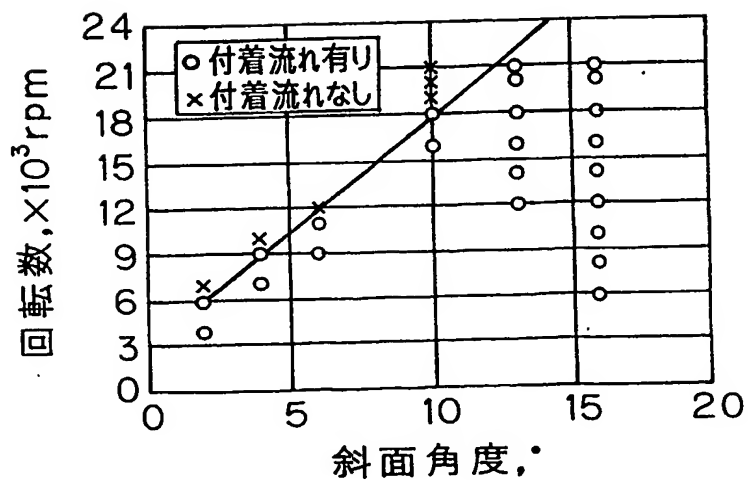
(B)



【図2】

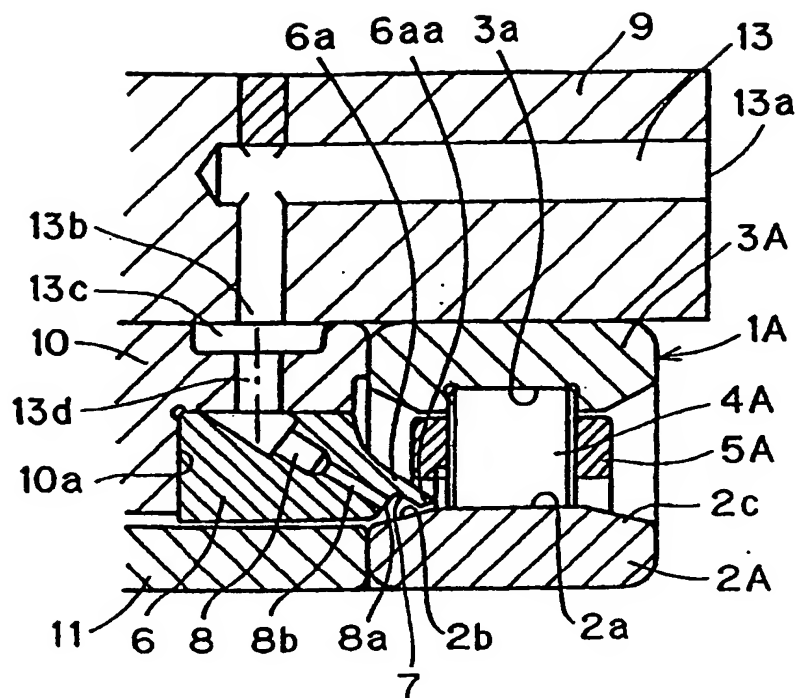


【図3】





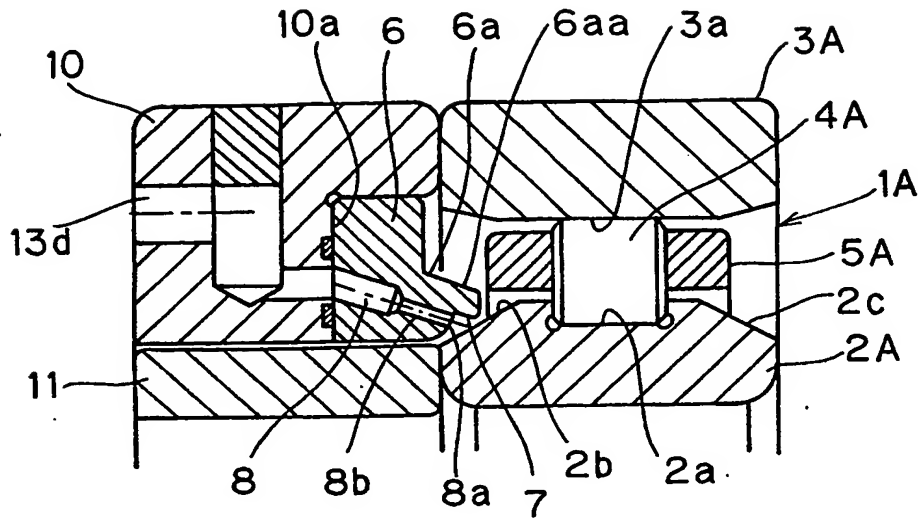
【図6】



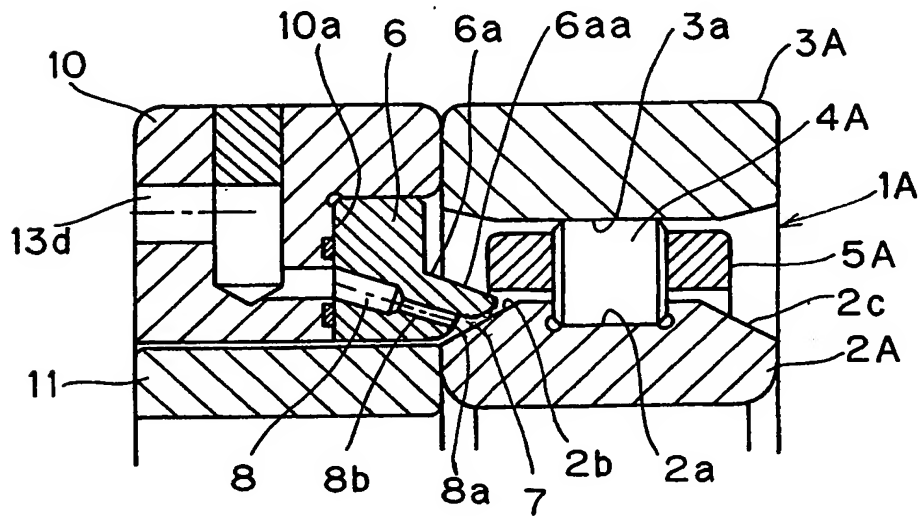
1A:円筒ころ軸受  
2A:内輪  
4A:転動体  
5A:保持器

【図7】

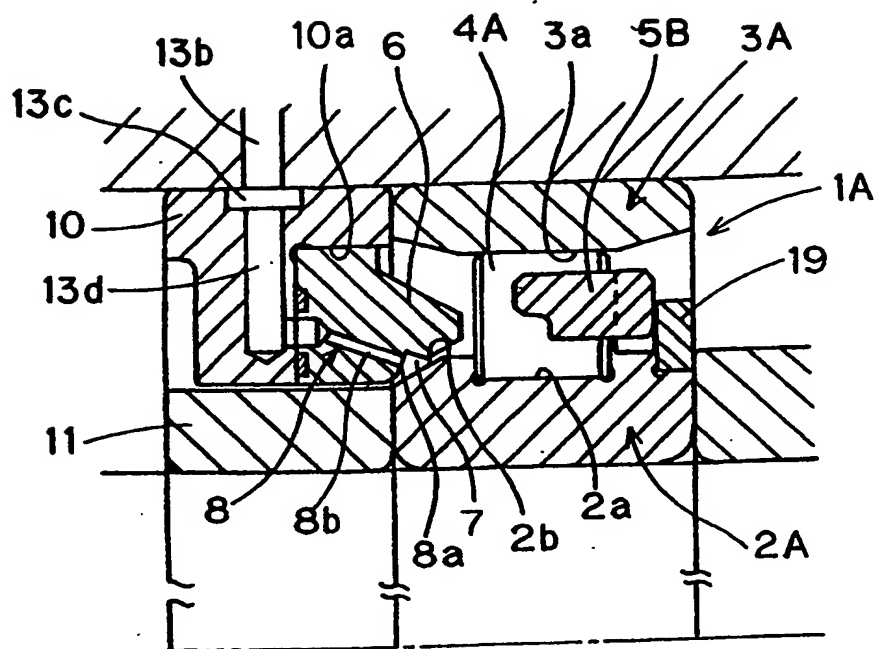
(A)



(B)

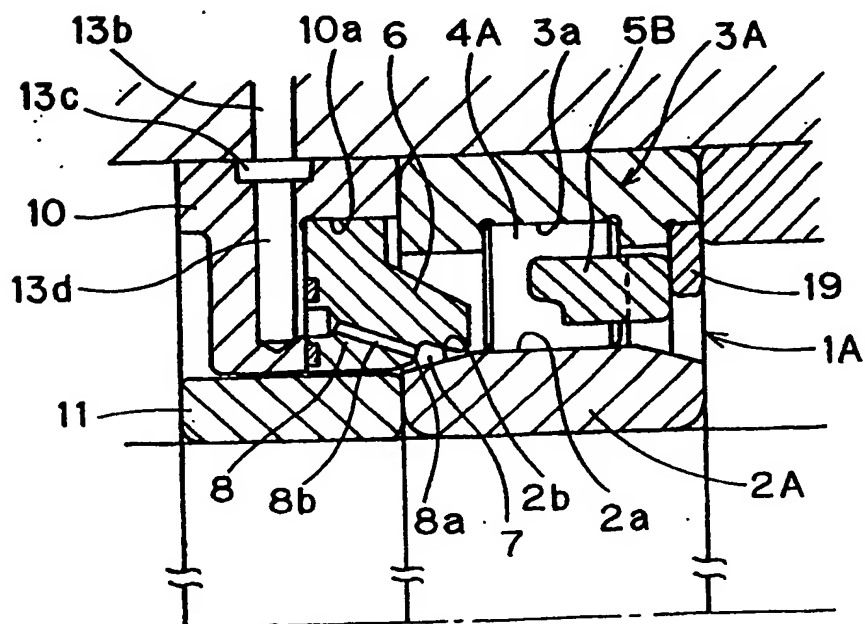


【図 8】

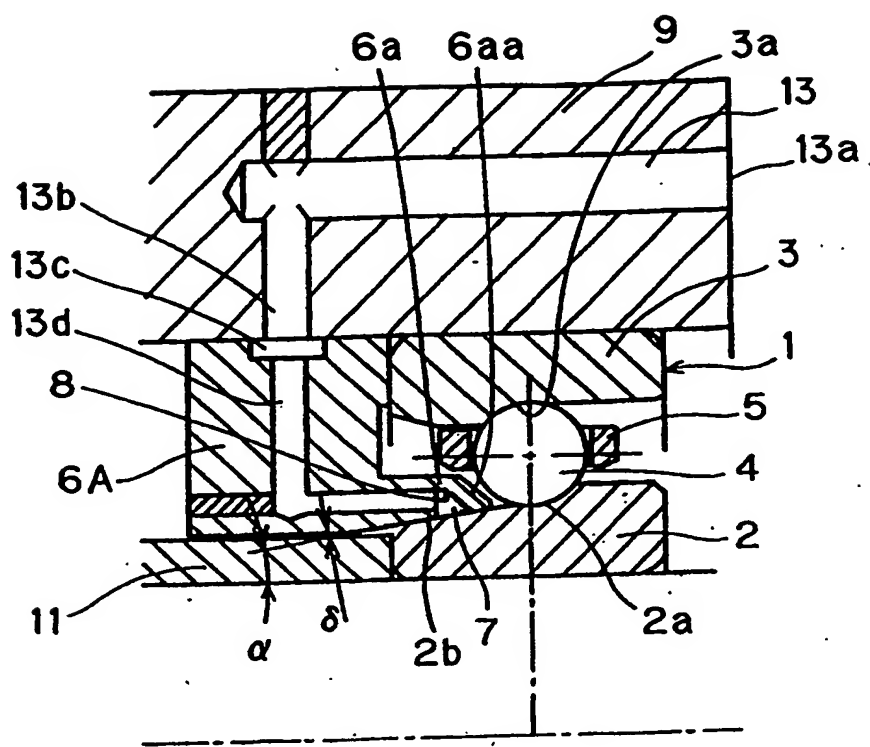


5B:保持器

【図 9】

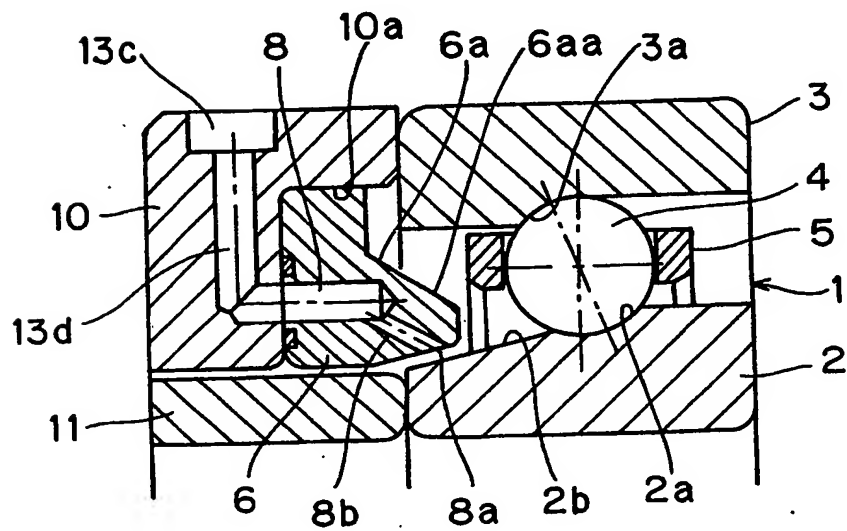


【図10】



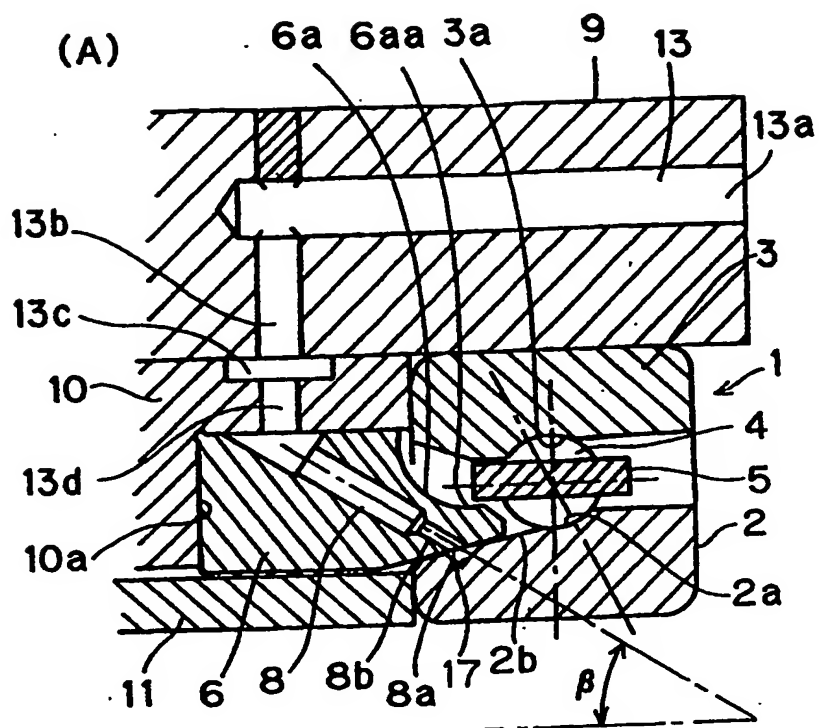
6A:ノズル部材

【図11】

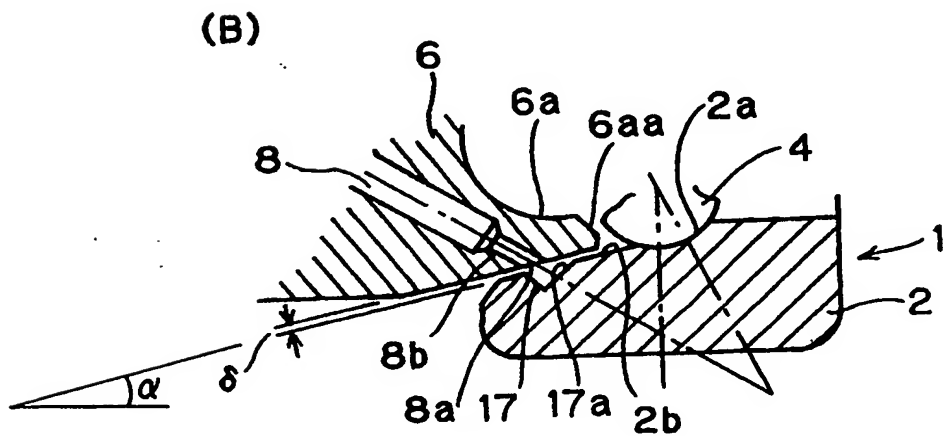




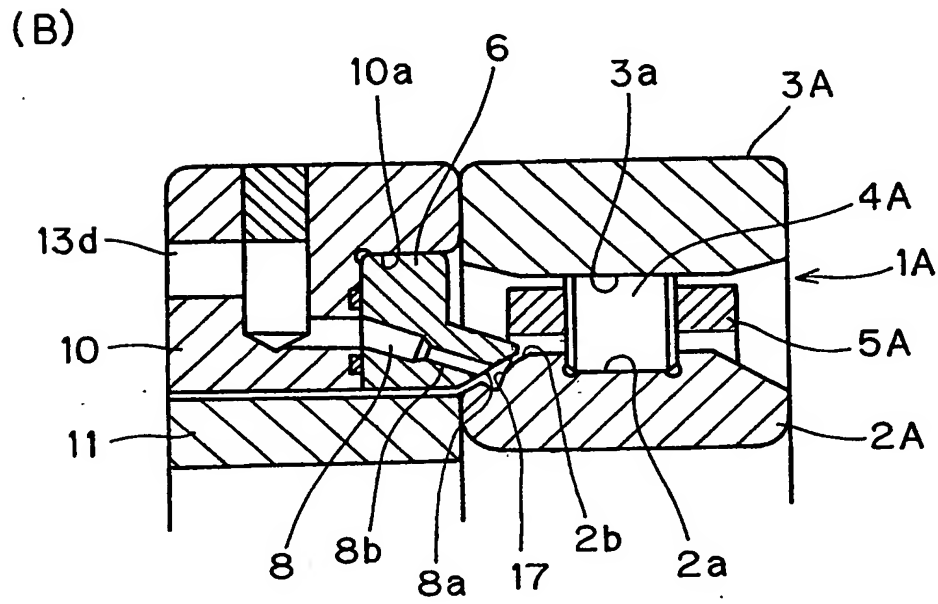
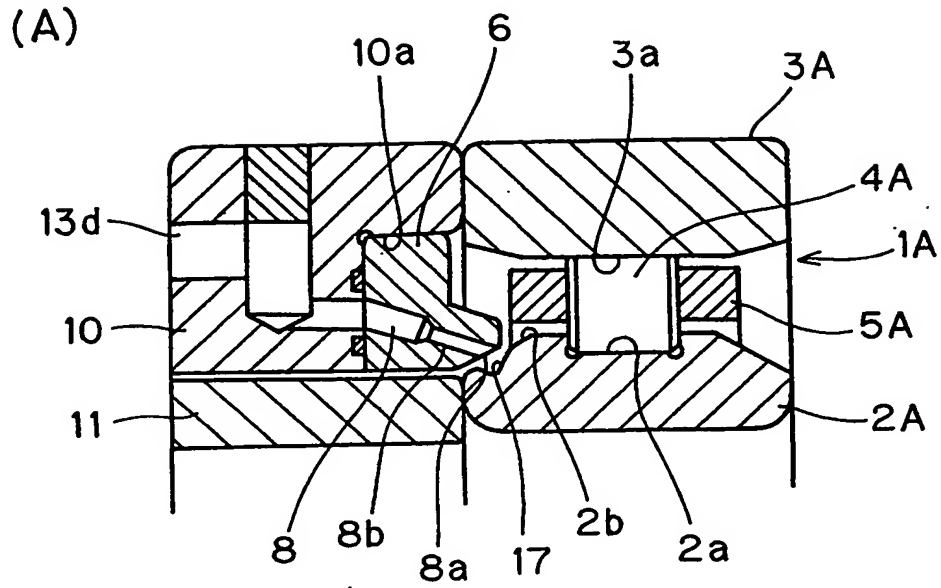
【図12】



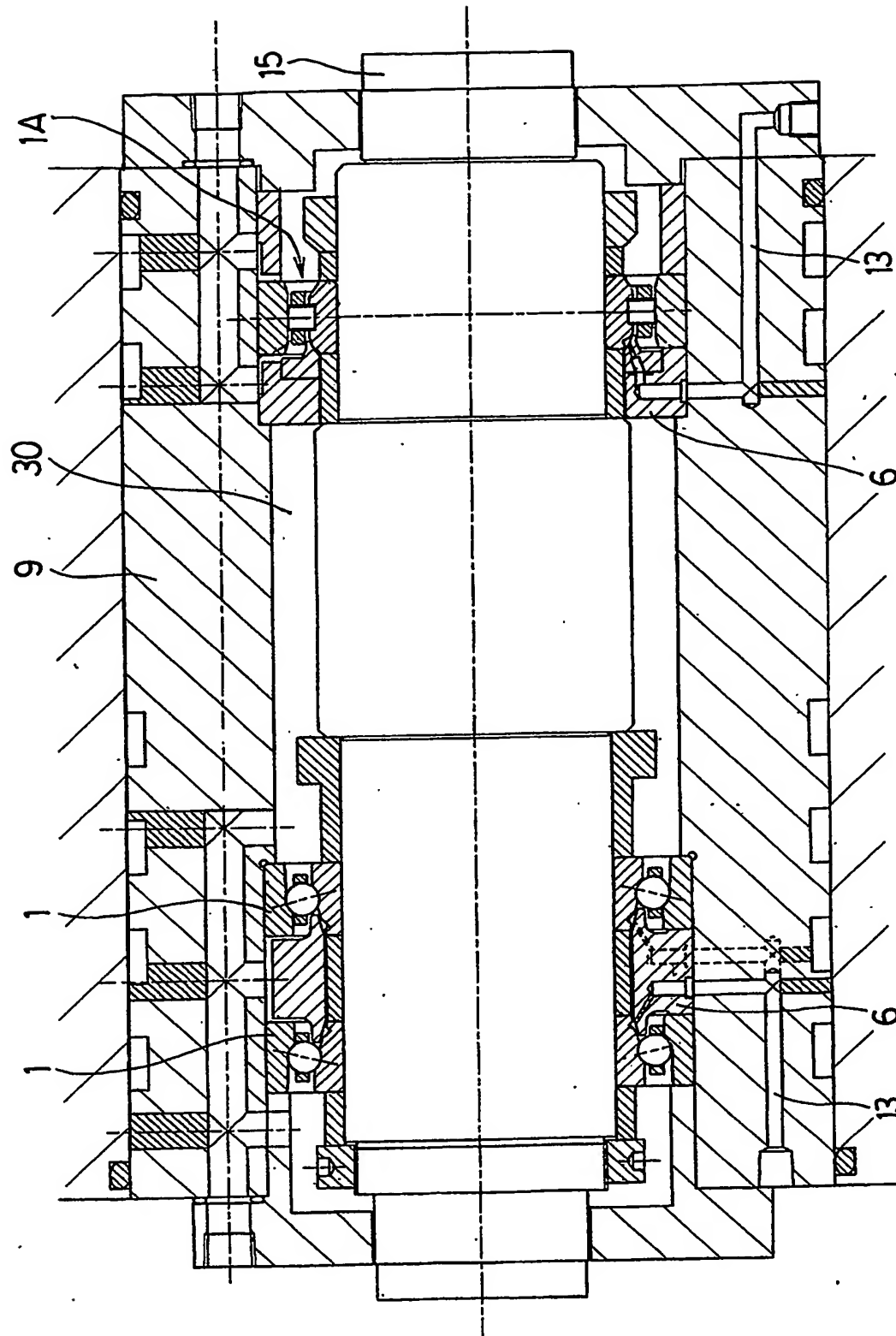
17:円周溝



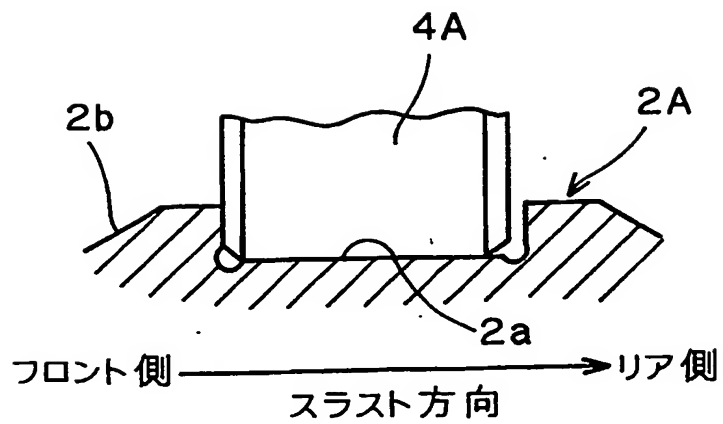
【図13】



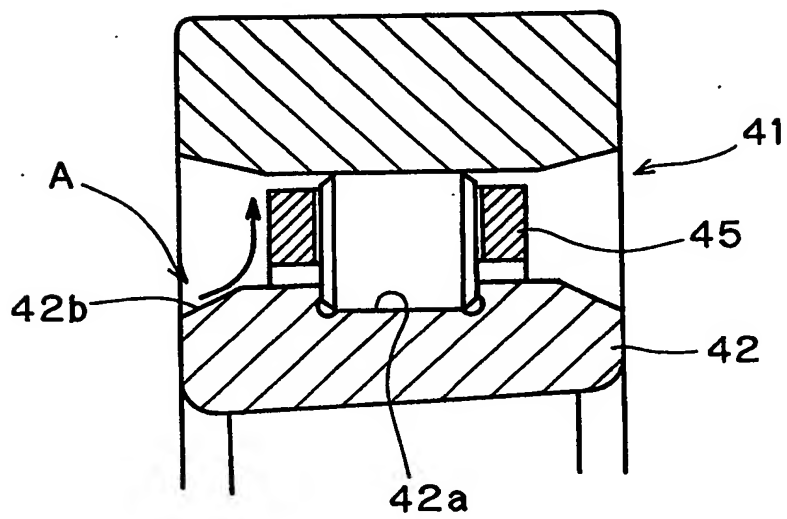
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 潤滑油を転走面へ効率良く到達させることができ、少量の潤滑油で必要な潤滑が行える潤滑構造を提供する。特に、潤滑油が遠心力により斜面部の途中で離れることがないようにする。

【解決手段】 転がり軸受 1 の内輪 2 の外径面に、この内輪 2 の転走面 2 a に続く斜面部 2 b を設ける。この斜面部 2 b に隙間  $\delta$  を持って沿うノズル部材 6 を設ける。ノズル部材 6 には、斜面部 2 b に対面して開口するエアオイルの吐出口 8 a を設ける。内輪斜面部 2 b の軸方向に対する傾斜角度  $\alpha$  は、

$$\alpha \geq 0.0667 \times d_n \times 10^{-4} - 1.8333$$

とする。ただし、 $d_n$  は軸受内径寸法 (mm) と回転速度 ( $\text{min}^{-1}$ ) の積である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000102692]

1. 変更年月日 1990年 8月23日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
氏 名 エヌティエヌ株式会社
2. 変更年月日 2002年11月 5日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号  
氏 名 NTN株式会社